益生菌对蛋鸡早期生长、饲粮养分利用和肠道菌群的影响

殷璐瑶[1] 行 浩[1] 杨海明[1*] 王志跃[1] 马义国[2] 卫万平[2] 徐士会[3]

（1.扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009；2.金湖兴达禽业有限公司，金湖 211600；

3.淮安市徐楼养殖有限公司，涟水 223400）

摘 要：本试验旨在研究饲粮中添加益生菌对蛋鸡早期生长、饲粮养分利用和肠道菌群的影响。选用 540 只体重相近且健康的 1 日龄罗曼褐壳蛋鸡公雏，随机分为 3 组，每组 6 个重复，每个重复 30 只。对照组饲喂基础饲粮，抗生素组饲喂添加 0.1 g/kg 杆菌肽锌预混剂的基础饲粮，益生菌组饲喂添加 1 g/kg 益生菌制剂的基础饲粮。试验期 70 d。结果表明：1）与对照组相比，益生菌组和抗生素组 70 日龄体重均显著提高（$P<0.05$），且 2 组间无显著差异（$P>0.05$）。2）与对照组相比，益生菌组饲粮粗蛋白质的表观利用率提高了 8.7%（$P=0.054$），钙的表观利用率提高了 22.96%（$P<0.05$）；抗生素组饲粮能量的表观利用率显著提高（$P<0.05$）。3）与对照组相比，益生菌组试验鸡盲肠中微生物菌群的种类数和有益菌丰度均有提高，有害菌丰度有所降低；抗生素组试验鸡的盲肠有害菌丰度降低，但盲肠微生物的丰富度和有益菌丰度也同时降低。由此看出，饲粮中添加益生菌可促进蛋鸡早期的生长，提高营养物质的利用率，改善肠道菌群结构，提高机体生理健康状况，而且益生菌比抗生素更有益于肠道健康。

关键词：益生菌；蛋鸡；早期；养分利用；肠道菌群

中图分类号：S816　　文献标识码：A　　文章编号：1006-267X(2017)00-0000-00

在使用抗生素导致的细菌耐药性增强、动物源性食品中药物残留等问题日益严重的情况

收稿日期：2017－01－04

基金项目：江苏省苏北科技发展计划（科技富民强县项目）（BN2015135）；淮安市重点研发计划（现代农业）（HAN2015012）

作者简介：殷璐瑶（1994－），女，山西长治人，硕士研究生，从事家禽生产研究。E-mail: 1421562174@qq.com

*通信作者：杨海明，教授，硕士生导师，E-mail: yhmdlp@qq.com

下，益生菌在实际生产中得到了较广泛地应用和认同[1]。国内外均有报道指出，饲粮中添加益生菌可以提高肉鸡生长性能[2-4]和饲粮养分利用率[5]、促进肠道发育[6-8]以及降低肠道中有害菌的数量[9-10]。目前有关益生菌的研究大多集中在肉鸡，针对蛋鸡早期的研究还很少，而育雏期和育成前期是蛋鸡生长发育阶段中非常重要的基础阶段，这个阶段蛋鸡对养分利用的能力及其肠道发育和肠道健康状况直接影响到育雏期和育成期的正常生长发育和产蛋期生产性能的发挥。如果从雏鸡开始使鸡只保持较好的生理健康状态，将有利于鸡只长期健康生长，并使其在产蛋期维持较高的生产水平。所以，本试验旨在研究饲粮中添加益生菌对蛋鸡早期生长、饲粮养分利用及肠道菌群的影响，以期明确蛋鸡早期饲粮中添加益生菌的作用，为益生菌在蛋鸡饲粮中的应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验用益生菌制剂由枯草芽孢杆菌和乳酸片球菌组成，2 种菌的活菌数均为 1×10^8 CFU/g，购自山东宝来利来生物工程股份有限公司；杆菌肽锌预混剂中杆菌肽锌含量为 10%，购自天津新星兽药厂；试验动物为 1 日龄罗曼褐壳蛋鸡公鸡，由金湖县兴达禽业有限公司提供；饲粮预混料添加量为 1%，由扬州市扬大饲料厂提供。

1.2 试验设计

选取同一批出雏、体重接近的 1 日龄罗曼褐壳蛋鸡 540 只，随机分为 3 组：对照组饲喂不添加任何益生菌及抗生素的基础饲粮；抗生素组在基础饲粮中添加 0.1 g/kg 杆菌肽锌预混剂；益生菌组为基础饲粮中添加 1 g/kg 益生菌制剂。每个试验组设 6 个重复，每个重复 30 只鸡。基础饲粮为参照 NRC（1994）[11]营养需要配制的粉状料，所用预混料中均不含有抗生素。基础饲粮组成及营养水平见表 1。

试验期为 70 d，采用舍内笼养，自由采食和饮水，每日观察并记录鸡只状况。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of basal diets (air-dry basis)　　%

项目 Items	含量 Content	
	1~42 日龄 1 to 42 days of age	43~70 日龄 43 to 70 days of age
原料 Ingredients		
玉米 Corn	64.27	67.57
豆粕 Soybean meal	27.63	22.35
玉米蛋白粉 Corn protein meal	3.00	
麸皮 Wheat bran	1.60	7.50
食盐 NaCl	0.30	0.30
石粉 Limestone	0.70	0.27
DL－蛋氨酸 *DL*-Met		0.02
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.50	0.99
预混料 Premix[1)]	1.00	1.00
合计 Total	100.00	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]		
代谢能 ME(MJ/kg)	11.97	11.72
粗蛋白质 CP	19.00	16.25
钙 Ca	0.80	0.70
总磷 TP	0.71	0.62
有效磷 AP	0.46	0.35

赖氨酸 Lys	0.93	0.80
蛋氨酸 Met	0.31	0.29

1)预混料为1~42日龄每千克饲粮提供The premix provided the following per kg of diet for 1 to 42 days of age：VA 1 500 IU，VB_1 1.8 mg，VB_2 3.6 mg，VB_6 3 mg，VB_{12} 9 μg，VD_3 200 IU，VE 10 IU，泛酸 pantothenic acid 10 mg，烟酸 nicotinic acid 27 mg，氯化胆碱 choline chloride 1 300 mg，生物素 biotin 0.15 mg，叶酸 folic acid 0.55 mg，Fe (as ferrous sulfate) 80 mg，Zn (as zinc sulfate) 40 mg，Mn (as manganese sulfate) 60 mg，I (as potassium iodide) 0.35 mg，Cu (as copper sulfate) 8 mg，Se (as sodium selenite) 0.15 mg。

预混料为43~70日龄每千克饲粮提供The premix provided the following per kg of diet for 43 to 70 days of age：VA 1 500 IU，VB_1 1.3 mg，VB_2 1.8 mg，VB_6 3 mg，VB_{12} 3 μg，VD_3 200 IU，VE 5 IU，泛酸 pantothenic acid 10 mg，烟酸 nicotinic acid 11 mg，氯化胆碱 choline chloride 500 mg，生物素 biotin 0.10 mg，叶酸 folic acid 0.25 mg，Fe (as ferrous sulfate) 60 mg，Zn (as zinc sulfate) 35 mg，Mn (as manganese sulfate) 30 mg，I (as potassium iodide) 0.35 mg，Cu (as copper sulfate) 6 mg，Se (as sodium selenite) 0.10 mg。

2)营养水平均为计算值Nutrient levels were all calculated values。

1.3 样品采集与指标检测

1.3.1 饲粮养分表观利用率测定

70 日龄时从各组的每个重复中选取 1 只接近平均体重的试验鸡，进行代谢试验。采用全收粪法收集粪便，连续收粪 4 d。粪便中的粗蛋白质按照国标中规定的方法[12]测定；干物质、能量等参照张丽英[13]主编的《饲料分析及质量检测技术》中的方法测定。

1.3.2 盲肠菌群测定

将无菌采集的盲肠内容物提取总 DNA，优化后在 NGS Illumina MiSeq 2×300 bp 平台进行高通量测序，用于盲肠菌群种类和结构的测定。

1.4 数据分析

数据采用 Excel 2007 软件建立数据库，采用 SPSS 17.0 软件中的单因素方差分析（one-way ANOVA）及 Duncan 氏多重比较进行数据分析，以 $P<0.05$ 作为差异显著性判断，数据以“平均值±标准差”表示。

2 结 果

2.1 饲粮添加益生菌对蛋鸡早期生长的影响

饲粮添加益生菌对蛋鸡早期生长的影响见表 2。由表可知，70 日龄时，益生菌组和抗生素组蛋鸡体重均显著高于对照组（$P<0.05$），而益生菌组与抗生素组间无显著差异（$P>0.05$）。

表 2 饲粮添加益生菌对蛋鸡早期生长的影响

Table 2 Effects of dietary probiotics on early growth of layer chickens

项目 Item	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	益生菌组 Probiotic group
70 日龄体重 BW at 70 days of age	942.72±45.14[b]	1 004.50±50.16[a]	1 006.21±24.21[a]

同行数据肩标相同字母表示差异不显著（$P>0.05$），不同字母表示差异显著（$P<0.05$）。下表同。

In the same row, values with the same letter superscripts mean no significant difference ($P>0.05$), while with different letter superscripts mean significant difference ($P<0.05$). The same as below.

2.2 饲粮添加益生菌对蛋鸡早期饲粮养分表观利用率的影响

由表 3 可知，益生菌组相比对照组具有提高粗蛋白质表观利用率的趋势（$P=0.054$），粗蛋白质的利用率提高了 8.7%。抗生素组的能量表观利用率显著高于对照组和益生菌组

（*P*<0.05），且对照组与益生菌组的能量表观利用率无显著差异（*P*>0.05）。益生菌组钙的表观利用率显著高于抗生素组和对照组（*P*<0.05），且抗生素组和对照组钙的表观利用率无显著差异（*P*>0.05）；各组间干物质和磷的表观利用率均无显著差异（*P*>0.05）；

表 3　饲粮添加益生菌对蛋鸡早期饲粮养分表观利用率的影响

Table 3　Effects of dietary probiotics on nutrient apparent utilization rate in the early life of layer chickens　　%

项目 Items	对照组 Control group	抗生素组 Antibiotic group	益生菌组 Probiotic group
干物质 DM	67.79±2.90	69.18±4.20	68.95±2.45
粗蛋白质 CP	42.91±1.70	44.78±4.16	46.63±2.86
能量 Energy	68.45±2.08[b]	74.48±2.59[a]	70.51±1.32[b]
钙 Ca	36.72±0.70[b]	37.83±0.44[b]	45.15±0.68[a]
磷 P	35.33±0.71	35.46±0.49	34.93±0.81

2.3　饲粮添加益生菌对 70 日龄青年蛋鸡盲肠菌群的影响

2.3.1　饲粮添加益生菌对 70 日龄青年蛋鸡盲肠菌群群落数量的影响

操作分类单位(OTU)是群体遗传学研究中为了方便进行信息分析，人为地对某一个品系、属或种等分类单元设置的统一标志。通过对序列进行归类操作，将序列按照彼此间相似性分类归为很多小组，一个小组即为一个 OTU。可以根据不同的相似水平对所有序列进行 OTU 归类，通常将在 97%的相似水平下的 OTU 进行生物信息统计分析。韦恩图可直观地表现出样品中的 OTU 组成及相似性情况。因韦恩图只能对 2~5 个样本或组进行分析，故在此做各组间分析。各组间韦恩图见图 1。由图可知，益生菌组 OTU 数量总数为 466，大于抗生素组的 453 和对照组的 450。

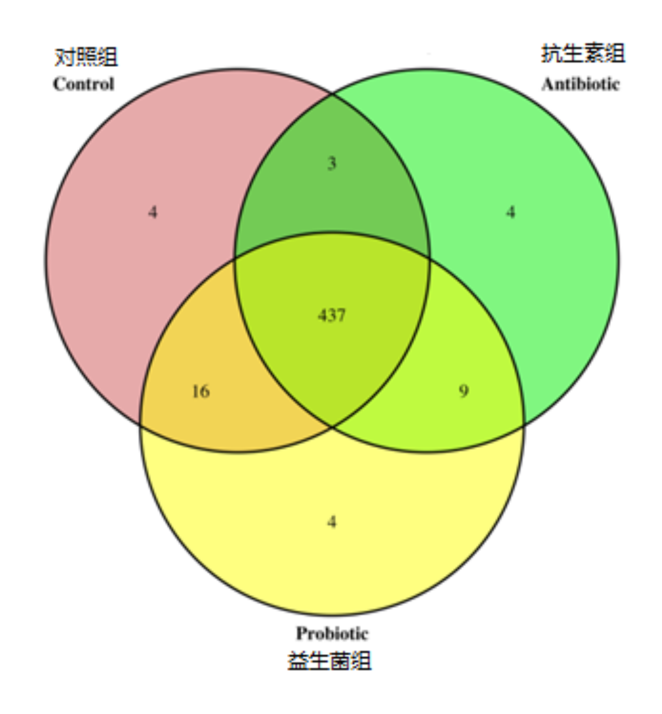


图 1　蛋鸡盲肠菌群韦恩图

Fig.1　Venn diagram for caecal microflora of layer chickens

2.3.2　添加益生菌对 70 日龄青年蛋鸡盲肠菌群结构的影响

将每个样品在门水平和属水平上的物种构成绘制成柱状图（图 2 和图 3）。由图 2 可知，试验鸡盲肠中检出的 13 门不同的细菌中，拟杆菌门与厚壁菌门为优势菌，且这两类优势菌在益生菌组平均分别达到 49.3%和 41.8%，抗生素组分别为 49.5%和 40.9%，对照组分别为 49.2%和 41.7%。梭杆菌虽不属于优势菌群，但益生菌组的梭杆菌低于其他 2 组。另外，益生菌组放线菌平均数量为 1.5%，低于抗生素组的 1.9%和对照组的 1.7%。抗生素组中，B2 和 B4 变形菌高于其他样品。

在 13 门不同的细菌中共显示出 168 个不同属的细菌。由图 3 可知，除未知菌属外，*Barnesiella* 作为优势菌群在对照组、抗生素组及益生菌组的菌群中分别占到 24.00%、27.49% 和 27.54%；拟杆菌属也为盲肠内优势菌，益生菌组的 11.1%高于抗生素组的 5.0%和对照组的 7.3%；其中拟杆菌属的单形拟杆菌（*Bacteroides uniformis*）、脆弱拟杆菌（*Bacteroides fragilis*）和埃氏拟杆菌（*Bacteroides eggerthii*）的含量在高通量检测中也被检测出，抗生素组单形拟

杆菌的 0.98%低于益生菌组的 2.96%和对照组的 2.45%，而益生菌组脆弱拟杆菌的 1.8%高于抗生素组的 1.1%和对照组的 0.7%，而抗生素组埃氏拟杆菌的 0.56%低于益生菌组的 0.85%和对照组的 0.78%。

此外，抗生素使盲肠内芽孢杆菌（*Bacillus*）含量远不足 0.001％，低于益生菌组的 0.036%和对照组的 0.012%。益生菌组肠杆菌科细菌含量为 0.029%和抗生素组的 0.01%低于对照组的 0.044%。

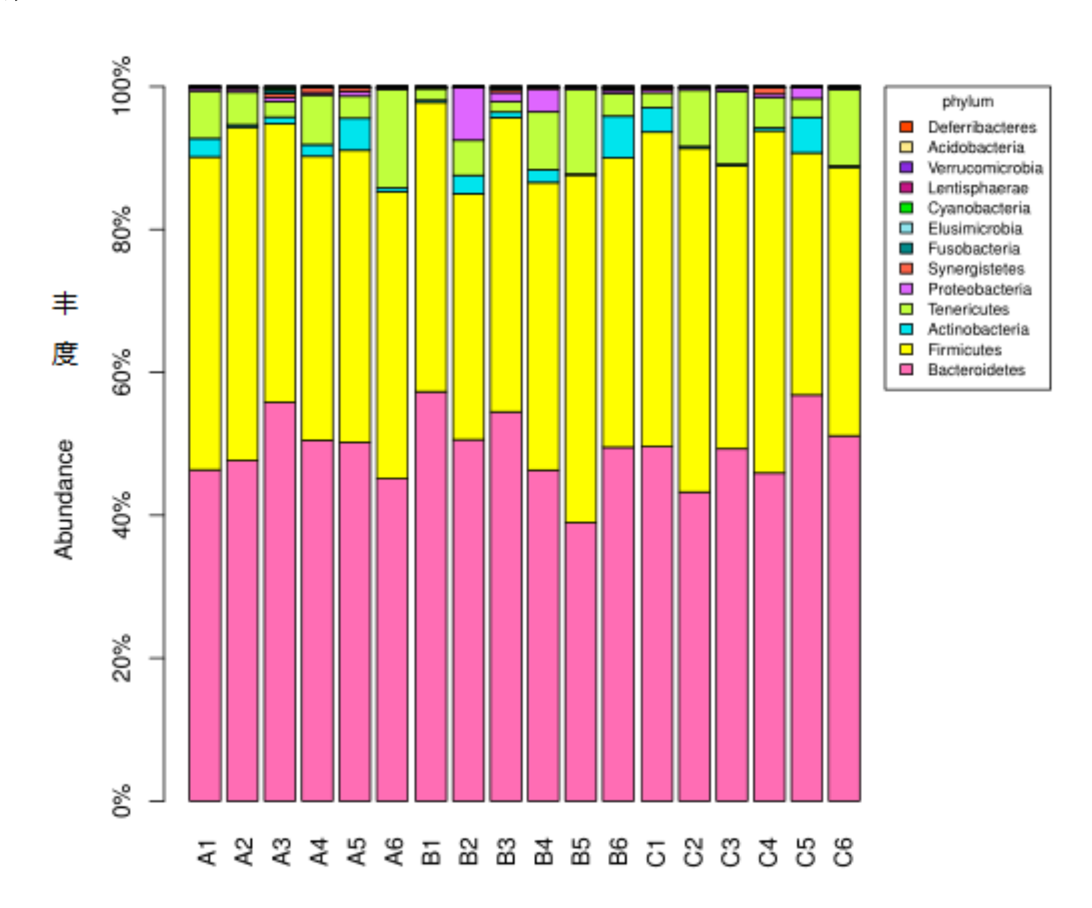


图 2　门水平物种分布柱状图

Fig.2　Histogram of phylum distribution

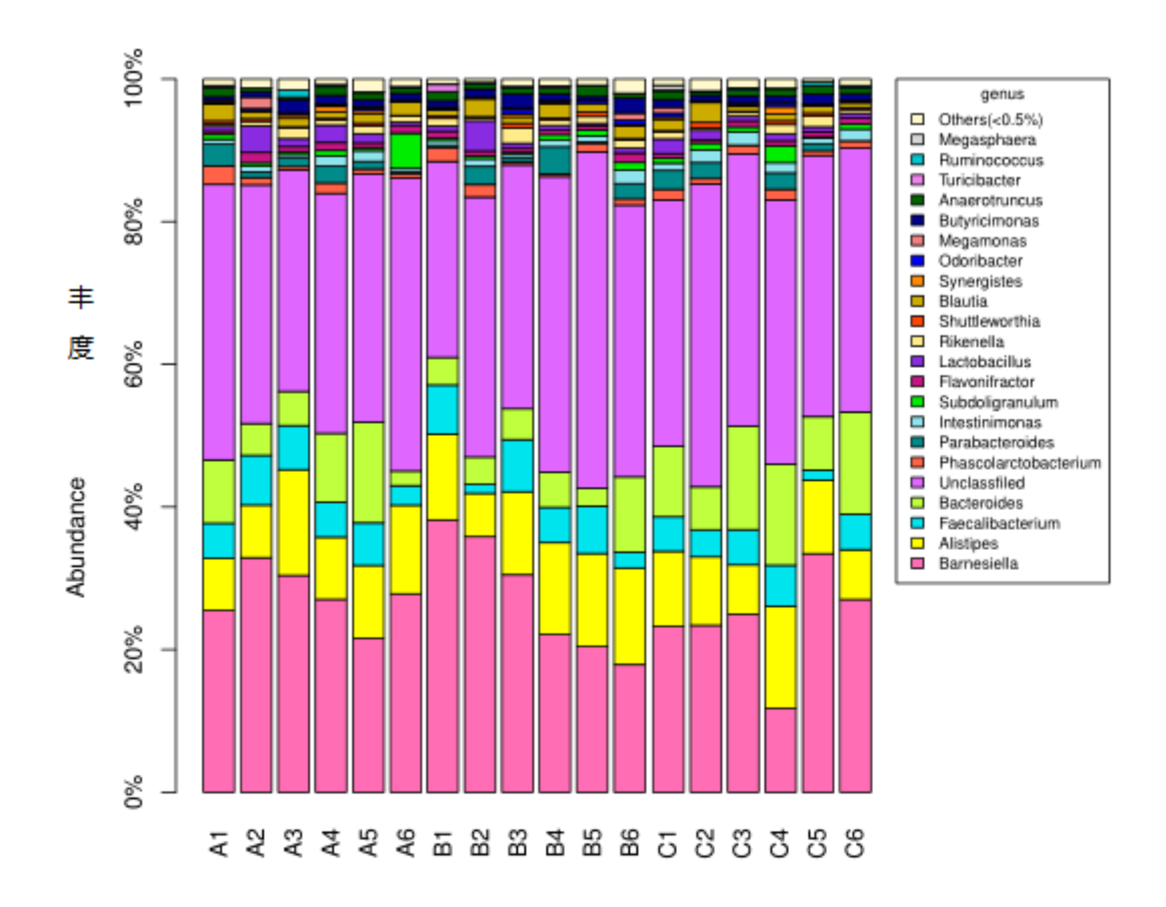


图 3 属水平物种分布柱状图

Fig.3 Histogram of genus distribution

3 讨 论

3.1 饲粮添加益生菌对蛋鸡早期生长的影响

益生菌可以在肠道中产出多种维生素、氨基酸以及各种消化酶促进营养物质的消化，并且可以利用掉肠道中多余的氧气，促进拟杆菌门等多种在肠道消化吸收中占主导地位的厌氧菌的生长繁殖，从而促进肠道对营养物质的代谢吸收，提高机体的生长性能。

有关益生菌对蛋鸡早期生长性能的影响的研究较少，在肉鸡上的研究较多。陆银等[14]利用含有蜡样枯草芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌和肠粪球菌组成的复合益生菌制剂添加到肉仔鸡饲粮中，结果表明添加益生菌能显著提高22~35日龄肉仔鸡的生长性能；Salim等[15]同样将复合益生菌制剂添加到饲粮中饲喂肉仔鸡，结果显示益生菌促进了鸡只的生长，显著提高了鸡只的重量；Zhang等[16]向肉仔鸡的饲粮中添加枯草芽孢杆菌制剂饲喂35 d后，相对与对照组，

体重有显著地提高。本研究结果与上述结果一致，饲粮添加益生菌制剂显著促进了试验鸡的生长；谢全喜等[17]应用多种益生菌制剂与抗生素类饲料添加剂做比较试验，结果表明益生菌制剂具有同等甚至更好的促生长作用。

益生菌在肠道内生长繁殖及代谢活动中可以分泌出多种营养物质及消化酶类，提高营养物质的消化吸收。其具体促生长机理与机制还有待更进一步的研究。

3.2　饲粮添加益生菌对青年蛋鸡饲粮养分利用率的影响

国内外的一些研究表明，在黄羽肉鸡及蛋鸡饲粮中添加枯草芽孢杆菌可显著提高粗蛋白质、钙和磷的利用率[18]，对干物质利用率无显著影响[19]。然而 Li 等[5]、Apata[20]研究表明饲喂肉仔鸡益生菌后，干物质、粗蛋白质及能量的回肠表观利用率均得到显著提高。

本研究中，饲粮添加益生菌后对鸡只粗蛋白质的表观利用率虽未表现出显著影响，但相对于对照组，添加益生菌具有提高粗蛋白质利用率的趋势。另外，益生菌显著提高了钙的表观利用率，这与周立强等[18]、李俊波等[19]的研究结果一致。钙与蛋鸡骨骼发育、蛋壳形成密切相关，万皐昌[21]提出，枯草芽孢杆菌在生长繁殖过程中能合成 B 族维生素及维生素 E、维生素 K，可参与动物机体的新陈代谢，有促进钙、磷吸收等作用。Nahashon 等[22]也证明了微生态制剂可以提高鸡只对钙的吸收利用，提出微生态制剂有利于产蛋时钙的充分供应。因此本研究中益生菌相比基础饲粮和抗生素，有显著提高鸡只对钙的利用率的作用，说明在蛋鸡早期饲粮中添加益生菌能通过促进机体对钙的吸收，从而促进生长发育，而如果继续在产蛋期使用益生菌还可促进蛋鸡产蛋性能的发挥。本试验中各组之间干物质表观利用率无显著差异，与李俊波等[19]研究结果一致。益生菌在肠道中生长繁殖的过程中会产生和分泌多种酶，其中芽孢杆菌最为突出，它可以增强淀粉酶、蛋白酶和脂肪酶的活性[23]。Wang 等[24]的研究表明，添加益生菌后胰淀粉酶和胰蛋白酶活性得到显著提高，并可刺激机体淀粉酶和蛋白酶的分泌，从而促进对营养物质的吸收。还有研究指出，益生菌产生的消化酶和促生长因子等活性物质，可协同增强寄主对营养物质的消化和吸收[25]。本研究中抗生素组的能量

表观利用率得到显著提高，说明添加益生菌和抗生素在不同方面均使动物对营养物质的利用率得到了提高，结合 70 日龄鸡只体重可知，添加益生菌和抗生素均提高了试验鸡的生长性能，这可能与营养物质的利用率得到提高有一定关系。

3.3　饲粮添加益生菌对蛋鸡早期盲肠菌群的影响

本试验共统计得到 477 个 OTU 群落，其中 3 个组共有 OTU 数 437 个，各组均含特有 OTU 数 4 个，益生菌组和对照组 2 组特有 OTU 数 16 个，益生菌组与抗生素组特有 OTU 数 9 个，而抗生素组与对照组特有 OTU 数仅 4 个。由益生菌组总 OTU 数量大于其他 2 组可知，益生菌增加了盲肠内菌群的种类数量，而抗生素减少了 OTU 的数量，曹广添[26]通过向肉鸡饲粮中添加抗生素和芽孢杆菌，通过高通量测序，结果表明，添加杆菌肽锌复合硫酸黏杆菌素显著降低了盲肠微生物中 OTU 数量，这与本试验结果相一致。

哺乳动物的菌群在门水平上主要为拟杆菌门、厚壁菌门、放线菌门和变性菌门，其中优势菌群为厚壁菌门和拟杆菌门为优势菌群，曹广添[26]在其研究中同样表明肉鸡盲肠中主要含有厚壁菌门、拟杆菌门和放线菌门和少量的柔壁菌门，其中厚壁菌门和拟杆菌门为其优势菌群。在本试验中，结果同样显示蛋鸡盲肠中主要为拟杆菌门、厚壁菌门、放线菌门、变形菌门和柔壁菌门，而前两者为最主要的优势菌群，说明蛋鸡和肉鸡与哺乳动物相似，拟杆菌和厚壁菌均为其优势菌群。Choi 等[27]研究证明鸡的消化道菌群主要为拟杆菌门、厚壁菌门、放线菌门、变形菌门和酸杆菌门，而上述结果中主要的菌群结构差别可能和物种、品种、不同饲粮组成以及不同生存环境有关[28]。

在属水平上 *Barnesiella* 和拟杆菌属为主要的优势菌群，拟杆菌作为优势菌，对于宿主健康状态的维持非常重要[29]。其中益生菌组拟杆菌显著高于其他组，益生菌组脆弱拟杆菌显著增加。脆弱拟杆菌作为肠道中正常定殖的细菌，目前已被全面了解，作为条件致病菌，只有在机体中某部位受损或者有病理性改变时脆弱拟杆菌才会易位具有致病性。而机体中脆弱拟杆菌数量下降时，机体也会出现异常，沙素梅[30]研究发现，溃疡性结肠炎患者和克罗

恩病患者与健康者相比较，肠道内脆弱拟杆菌数量偏低。也有研究表明脆弱拟杆菌与机体糖代谢有关，张勇[31]研究指出，脆弱拟杆菌可以间接的促进糖的代谢，还有研究指出其对多糖的利用能力突出。朱延旭等[32]将筛选出的脆弱拟杆菌 BF-839 添加到肉仔鸡饲料中，结果表明该菌可提高肉仔鸡的免疫功能。本试验中各组鸡只并未出现病变，所以益生菌组脆弱拟杆菌的增多，有可能是其相对于对照组消化功能和免疫功能增强的原因之一，具体原因及机理还需进一步探索。抗生素组的单形拟杆菌含量显著降低，说明抗生素可能通过影响该菌的数量从而影响机体的免疫功能。

本试验中抗生素和益生菌均使肠杆菌科细菌降低，而肠杆菌科细菌大多为埃希氏菌属、沙门氏菌属和志贺氏菌属、肠杆菌属、变形杆菌属等有害菌属，其中包括大肠杆菌、沙门氏菌和肠杆菌等致病菌，说明益生菌和抗生素均可抑制有害菌的数量。另外，本研究中益生菌显著增加了盲肠内芽孢杆菌属的数量，而添加抗生素很大程度上减少了芽孢杆菌数量。芽孢杆菌不仅可促进营养物质的消化吸收，还能抑制病原菌生长，对机体有重要的益生作用。与上述研究结果一致，王丽凤[33]将益生菌添加到试验鸡饲粮中，结果表明益生菌可使肠道内乳酸菌、双歧杆菌等有益菌数量增多，同时使有害菌的数量减少。结合本研究中各组 70 日龄体重及养分利用率的结果可知，益生菌可以通过增加盲肠内芽孢杆菌等有益菌的数量对机体产生积极影响；抗生素虽然抑制了有害菌的数量但同时也抑制了芽孢杆菌等有益菌的数量，不利于肠道健康。

4　结　论

① 饲粮中添加益生菌可提高蛋鸡早期的生长及营养物质利用率，改善肠道菌群结构。

② 饲粮添加抗生素虽然促进了蛋鸡早期生长发育和营养物质利用率，但不利于盲肠微生物定植以及菌群结构的稳定。

参考文献：

[1] 唐志刚,钱巧玲,侯晓莹,等.益生菌的作用机理及其在肉鸡和蛋鸡中的应用[J].家畜生态学报,2010,31(2):5–8.

[2] YANG C M,CAO G T,FERKET P R,et al.Effects of probiotic,*Clostridium butyricum*,on growth performance,immune function,and cecal microflora in broiler chickens[J].Poultry Science,2012,91(9):2121–2129.

[3] 唐志刚,王俊峰,温超,等.益生菌对肉鸡生产性能、免疫器官指数和血清指标的影响[J].江苏农业科学,2010(4):208–210.

[4] HOSSAIN M M,BEGUM M,KIM I H.Effect of *Bacillus subtilis*,*Clostridium butyricum* and *Lactobacillus acidophilus* endospores on growth performance,nutrient digestibility,meat quality,relative organ weight,microbial shedding and excreta noxious gas emission in broilers[J].Veterinarni Medicina,2015,60(2):77–86.

[5] LI L L,HOU Z P,LI T J,et al.Effects of dietary probiotic supplementation on ileal digestibility of nutrients and growth performance in 1- to 42-day-old broilers[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2008,88(1):35–42.

[6] SEN S,INGALE S L,KIM Y W,et al.Effect of supplementation of *Bacillus subtilis* LS 1-2 to broiler diets on growth performance,nutrient retention,caecal microbiology and small intestinal morphology[J].Research in Veterinary Science,2012,93(1):264–268.

[7] SAMANYA M,YAMAUCHI K.Histological alterations of intestinal villi in chickens fed dried *Bacillus subtilis* var.*natto*[J].Comparative Biochemistry and Physiology Part A:Molecular & Integrative Physiology,2002,133(1):95–104.

[8] WOLFENDEN R E,PUMFORD N R,MORGAN M J,et al.Evaluation of selected direct-fed microbial candidates on live performance and *Salmonella* reduction in commercial turkey brooding houses[J].Poultry Science,2011,90(11):2627–2631.

[9] KNAP I,KEHLET A B,BENNEDSEN M,et al.*Bacillus subtilis* (DSM17299) significantly reduces *Salmonella* in broilers[J].Poultry Science,2011,90(8):1690–1694.

[10] 刘永杰,赵艳兵,崔玢陶,等.给雏鸡饲喂乳杆菌对其盲肠主要正常菌群定植的影响[J].中国兽医科技,1999,29(5):29–30.

[11] NRC.Nutrient requirements of poultry[S].Washington,D.C.:National Academy Press,1994.

[12] 全国饲料工业标准化技术委员会.GB 6432—1994 饲料粗蛋白测定方法[S].北京:中国标准出版社,1995.

[13] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].2 版.北京:中国农业大学出版社,2003:49–53.

[14] 陆银,武旭峰,费拥军,等.复合益生菌对肉仔鸡的生长性能及屠体品质的影响[J].中国畜牧杂志,2013,49(1):50–53.

[15] SALIM H M,KANG H K,AKTER N,et al.Supplementation of direct-fed microbials as an alternative to antibiotic on growth performance,immune response,cecal microbial population,and ileal morphology of broiler chickens[J].Poultry Science,2013,92(8):2084–2090.

[16] ZHANG Z F,CHO J H,KIM I H.Effects of *Bacillus subtilis* UBT-MO_2 on growth performance,relative immune organ weight,gas concentration in excreta,and intestinal microbial shedding in broiler chickens[J].Livestock Science,2013,155(2/3):343–347.

[17] 谢全喜,崔诗法,徐海燕,等.复合微生态制剂与饲用抗生素对肉鸡生长性能、免疫性能和抗氧化指标的影响[J].动物营养学报,2012,24(7):1336–1344.

[18] 周立强,兰丽燕,徐春生,等.枯草芽孢杆菌对黄羽肉鸡生长性能及营养物质代谢率的影响[J].中国畜牧兽医,2012,39(2):71–74.

[19] 李俊波,成廷水,吕武兴,等.枯草芽孢杆菌制剂对蛋鸡生产性能、蛋品质和养分消化率的影响[J].中国家禽,2009,31(4):15–17.

[20] APATA D F.Growth performance,nutrient digestibility and immune response of broiler chicks fed diets supplemented with a culture of *Lactobacillus bulgaricus*[J].Journal of the Science of Food and Agriculture,2008,88(7):1253–1258.

[21] 万阜昌.微生态药物研究与应用[M].北京:化学工业出版社,2009:90–220.

[22] NAHASHON S N,NAKAUE H S,MIROSH L W.Production variables and nutrient retention in Single Comb White Leghorn laying pullets fed diets supplemented with direct-fed microbials[J].Poultry Science,1994,73(11):1699–1711.

[23] 周冰,张惟材.枯草芽孢杆菌蛋白质分泌机制研究进展[J].生物技术通讯,2004,15(3):281–284.

[24] WANG Y B,XU Z R.Effect of probiotics for common carp(*Cyprinus carpio*)based on growth performance and digestive enzyme activities[J].Animal Feed Science and Technology,2006,127(3/4):283–292.

[25] SANDUSKY C L,HEATH J L.Effect of dietary saccharicterpenin to rabbit production performance[J].Nutrition Research,2003,159(4):880–884.

[26] 曹广添.解淀粉芽孢杆菌的抑菌机理及对肉鸡生长代谢和盲肠微生物菌群的影响[D].博士学位论文.杭州.浙江大学,2015:98–131.

[27] CHOI J H,KIM G B,CHA C J.Spatial heterogeneity and stability of bacterial community in the gastrointestinal tracts of broiler chickens[J].Poultry Science,2014,93(8):1942–1950.

[28] MUELLER S,SAUNIER K,HANISCH C,et al.Differences in fecal microbiota in different European study populations in relation to age,gender,and country:a cross-sectional study[J].Applied and Environmental Microbiology,2006,72(2):1027–1033.

[29] ROCHA E R,SMITH C J.Ferritin-like family proteins in the anaerobe *Bacteroides fragilis*:when an oxygen storm is coming,take your iron to the

shelter[J].Biometals,2013,26(4):577–591.

[30] 沙素梅.IBD 患者粪便菌群生物多样性及其主要组成的研究[D].硕士学位论文.西安:第四军医大学,2011:38–59.

[31] 张勇.益生菌 *Lactobacillus casei* Zhang 对大鼠糖耐量受损改善作用和Ⅱ型糖尿病预防作用[D].博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2013:1–66.

[32] 朱延旭,尚尔彬,王占红.BF-839 脆弱拟杆菌对肉仔鸡生产性能的影响[J].现代畜牧兽医,2012(3):40–42.

[33] 王丽凤.益生菌 *L.plantarum* P-8 对肉鸡肠道菌群、肠道免疫和生长性能影响的研究[D]博士学位论文.呼和浩特:内蒙古农业大学,2014:1–65.

Effects of Probiotics on Growth, Diet Nutrient Utilization and Intestinal Microflora in Early Life of Layer Chickens

YIN Luyao[1] XING Hao[1] YANG Haiming[1*] WANG Zhiyue[1] MA Yiguo[2] WEI Wanping[2] XU Shihui[3]

（1. *College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *China*; 2. *Jinhu Xingda Poultry Co., Ltd., Jinhu* 211600, *China*; 3. *Huaian City Xulou Breeding Co., Ltd., Lianshui* 223400, *China*）

Abstract: This experiment was conducted to investigate the effects of dietary probiotics on growth, diet nutrient utilization and intestinal microflora in early life of layer chickens. Five hundred and forty 1-day-old male chicks were randomly divided into 3 groups with 6 replicates per group and 30 chicks per replicate. The birds in control group were fed a basal diet. The birds in antibiotic group were fed the basal diet supplemented with 0.1 g/kg zinc bacitracin premix. And the birds in probiotic group were fed the basal diet supplemented with 1 g/kg probiotic premix. The

experiment was carried out for 70 days. The results showed as follows: 1) the body weights of chickens at 70 days of age in probiotic and antibiotic groups were both significantly increased compared with the control group (P<0.05). There was no significant difference in body weight between the chickens in probiotic group and the chickens in antibiotic group (P>0.05). 2) The apparent utilization rate of crude protein in probiotic group tended to be improved by 8.7% (P=0.054), and the apparent utilization rate of calcium in probiotic group was significantly improved by 22.96% (P<0.05) compared with the control group. The apparent utilization rate of energy in antibiotic group was significantly improved compared with the control group (P<0.05). 3) Compared with the control group, the cecum microbial diversity and the abundance of beneficial bacteria in cecum were increased, whereas the abundance of pathogen in cecum was decreased in probiotic group; the abundance of pathogen in cecum was decreased, but the cecum microbial diversity and the abundance of beneficial bacteria in cecum were also decreased in antibiotic group. In conclusion, dietary probiotic can promote the growth in early life of layer chickens and improve the nutrient utilization and the structure of intestinal flora of layer chickens, which is helpful to the health of layer chickens. In addition, probiotics are more conducive to intestinal health compared with antibiotics.

Key words: probiotic; layer chicken; early life; nutrient utilization; intestinal microflora

---

*Corresponding author, professor, E-mail: yhmdlp@qq.com (责任编辑　田艳明)